

**PENGEMBANGAN BUKU AJAR IPA TERPADU TEMA SISTEM BUMI
MENGUNAKAN *4 STEPS TEACHING MATERIAL DEVELOPMENT*
BERORIENTASI PADA BERPIKIR SPASIAL DAN KOMUNIKASI**

Tesis

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Magister
Pendidikan Program Studi Pendidikan IPA



Disusun oleh: Tenten Hermawansyah (1605562)

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
SEKOLAH PASCASARJANA PROGRAM MAGISTER (S2) UNIVERSITAS
PENDIDIKAN INDONESIA**

2019

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

PENGEMBANGAN BUKU AJAR IPA TERPADU TEMA SISTEM BUMI
MENGUNAKAN *4 STEPS TEACHING MATERIAL DEVELOPMENT*
BERORIENTASI PADA BERPIKIR SPASIAL DAN KOMUNIKASI

Disusun oleh:
Tenten Hermawansyah
(1605562)

Disetujui dan disahkan oleh

Pembimbing Tesis I




Dr. H. Taufik Rahmian, M.Pd
NIP. 196201151987031002

Pembimbing Tesis II



Dr. Paed. Sjaeful Anwar
NIP. 196208201987031002

Mengetahui,
Ketua Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam Sekolah Pascasarjana Universitas
Pendidikan Indonesia



Dr. Riandi, M.Si
NIP. 196305011988031002

PERNYATAAN KEABSAHAN PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul Pengembangan Buku Ajar IPA Terpadu Tema Sistem Bumi Menggunakan *4 Steps Teaching Material Development* Berorientasi pada Berpikir Spasial dan Komunikasi ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2019

Yang membuat pernyataan,

Tenten Hermawansyah

**PENGEMBANGAN BUKU AJAR IPA TERPADU TEMA SISTEM BUMI
MENGUNAKAN *4 STEPS TEACHING MATERIAL DEVELOPMENT*
BERORIENTASI PADA BERPIKIR SPASIAL DAN KOMUNIKASI**

Disusun oleh Tenten Hermawansyah (1605562). Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam

© Hermawansyah 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyelesaian tesis ini, penulis tak lepas dari bantuan, dukungan, dan dorongan banyak pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Taufik Rahman, M.Pd selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan masukan.
2. Bapak Dr. Paed. Sjaeful Anwar., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan masukan.
3. Pimpinan dan staf program pendidikan S2 IPA sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia yang telah membantu pelaksanaan ujian tesis.
4. Pimpinan dan staf sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan ijin pelaksanaan ujian tesis.
5. Seluruh dosen Program Studi Pendidikan IPA yang telah terlibat dalam proses validasi dalam penyusunan instrumen penelitian dan memberikan bimbingan ilmunya selama penulis menjalani perkuliahan di Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Bapak/Ibu guru dan seluruh siswa SMPN 2 Karangtengah Cianjur yang terlibat dalam penyusunan tesis ini.
7. Keluarga dan teman tercinta serta berbagai pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu. Terima kasih atas segala dorongan dan dukungan yang telah diberikan.
8. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Republik Indonesia. Tanpa dukungan seluruh pihak yang terkait LPDP tesis ini tidak akan terwujud.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian tesis ini. Semoga semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis menjadikan amal kebaikan dan dibalas oleh Allah SWT dengan balasan yang lebih baik. Amin.

PENGEMBANGAN BUKU AJAR IPA TERPADU TEMA SISTEM BUMI MENGUNAKAN *4 STEPS TEACHING MATERIAL DEVELOPMENT* BERORIENTASI PADA BERPIKIR SPASIAL DAN KOMUNIKASI

Tenten Hermawansyah, NIM. 1302513, Pembimbing: Dr. Taufik Rahman, M.Pd., Dr Sjaeful Anwar., Program Studi Pendidikan IPA Sekolah Pascasarjana UPI Bandung Tahun 2015

ABSTRAK

Berpikir spasial dan komunikasi bukan hal yang baru dalam pendidikan sains. Tabel, peta, grafik, diagram merupakan visualisasi dalam sains yang biasa digunakan. Meskipun demikian banyak siswa kesulitan dalam memahami visualisasi tersebut. Kemampuan berpikir spasial dan komunikasi perlu dikembangkan agar siswa lebih mudah memahami sains. Tidak adanya buku ajar yang mendukung pengembangan berpikir spasial dan komunikasi menjadi salah satu penyebabnya. Oleh karena itu penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengembangkan buku ajar yang berorientasi pada berpikir spasial dan komunikasi. Penelitian ini adalah penelitian *Research and Development* (R&D) dengan 4STMD yang terdiri dari tahap seleksi, strukturisasi, karakterisasi dan reduksi didaktik sebagai metode pengembangan buku ajarnya. Hasilnya buku ajar yang disusun terintegrasi dengan berpikir spasial dan komunikasi. Karakteristik buku ajar secara umum mencakup halaman sampul, halaman pendahuluan, halaman peta konsep, halaman isi, latihan berpikir spasial, lembar kerja peserta didik berorientasi keterampilan komunikasi, rangkuman, uji kompetensi berpikir spasial dan komunikasi, daftar pustaka dan daftar istilah. Buku ajar tersusun dari 60 indikator konsep sistem bumi, 12 indikator berpikir spasial dan 15 indikator keterampilan komunikasi. Label konsep yang terkandung di dalam buku ajar ini yaitu 40 label konsep sistem bumi, 12 label konsep berpikir spasial dan 3 label konsep keterampilan komunikasi. Penugasan-penugasan yang disusun dinilai valid dan andal. Keterpahaman buku ajar yang disusun mencapai kategori tinggi. Kelayakan buku ajar yang disusun mencapai kategori sangat layak. Aspek-aspek berpikir spasial dan komunikasi dapat diintegrasikan dalam buku ajar untuk mendukung berkembangnya berpikir spasial dan komunikasi. Buku ajar yang disusun dapat digunakan sebagai buku ajar pendamping dalam meningkatkan berpikir spasial dan komunikasi.

Kata kunci: bahan ajar, IPA Terpadu, tema sistem bumi, berpikir spasial, komunikasi, 4STMD

DEVELOPMENT OF INTEGRATED SCIENCE TEXTBOOKS IN THE EARTH SYSTEM THEME USING 4 STEPS TEACHING MATERIAL DEVELOPMENT IMPROVING SPATIAL THINKING AND COMMUNICATION

Tenten Hermawansyah, NIM. 1302513, Advisor: Dr. Taufik Rahman, M.Pd., Dr. Sjaeful Anwar., Science Education Study Program
Bandung UPI Postgraduate School in 2015

ABSTRACT

Spatial thinking and communication are nothing new in science education. Maps, graphics, diagrams are visualizations in science that are commonly used. However, many students have difficulty understanding it. The ability to think spatially and communication needs to be developed so that students more easily understand science. The absence of textbooks that support the development of spatial thinking and communication is one of the causes. Therefore, this research was carried out with the aim of developing textbooks oriented to spatial thinking and communication. This research is a Research and Development (R & D) research with 4STMD which consists of selection, structurisation, characterization and didactic reduction stages as a method of developing the textbook. The result shows that the textbook is integrated with spatial thinking and communication. General characteristics of textbook include cover pages, introductory pages, concept map pages, content pages, spatial thinking exercises, student worksheets oriented to communication skills, summaries, spatial thinking and communication competency tests, reference and glossary. The textbook is composed of 60 indicators of science concept, 12 indicators of spatial thinking and 15 indicators of communication skills. The label concepts contained in this textbook are 40 label concepts of the earth system, 12 labels of the concepts of spatial thinking and 3 concepts of communication skills. Arranged assignments are considered valid and reliable. Understanding of the textbook reaches a high category. The feasibility of the textbooks is very feasible. Aspects of spatial thinking and communication can be integrated in textbooks to support the development of spatial thinking and communication. The textbook can be used as a companion textbook in improving spatial thinking and communication.

Keywords: teaching materials, integrated science, the theme of the earth system, spatial thinking, communication, 4STMD

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEABSAHAN PENELITIAN	i
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Batasan Masalah	6
1.4. Tujuan Penelitian	7
1.5. Manfaat Penelitian	7
1.6. Definisi Operasional	7
1.7. Struktur Organisasi Tesis	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	11
2.1 Berpikir Spasial	11
2.2 Keterampilan Komunikasi	17
2.3 Buku Ajar	19
2.4 Keterpaduan Bahan Ajar IPA Terpadu Tema Sistem Bumi	22
2.5 Pengembangan Bahan Ajar Melalui 4STMD	24
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Desain Penelitian.....	29
3.2 Partisipan	29
3.3 Instrumen Penelitian	30
3.4 Prosedur Penelitian.....	32
3.5 Analisis Data	35

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Karakteristik Buku Ajar	39
4.2 Keterpahaman Bahan Ajar	63
4.3 Kelayakan Bahan Ajar	86
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	120
5.1 Simpulan	120
5.2 Implikasi	120
5.3 Rekomendasi	121
DAFTAR PUSTAKA	122
LAMPIRAN-LAMPIRAN	127

DAFTAR TABEL

No Tabel	Judul Tabel	hal
Tabel 2.1.	Pemetaan integrasi aspek-aspek berpikir spasial dalam tingkat taksonomi berpikir spasial	14
Tabel 2.2.	Konsep-konsep spasial pada taksonomi berpikir spasial	15
Tabel 2.3.	Kata kerja operasional Taksonomi Costa	17
Tabel 3.1.	Jumlah partisipan dalam pengembangan buku ajar IPA melalui 4 STMD	30
Tabel 3.2.	Instrumen penelitian	30
Tabel 3.3.	Persentase Skor dan Tingkat Keterpahaman	36
Tabel 3.4	Kriteria kelayakan Bahan Ajar (Slavin, 1992)	37
Tabel 4.1.	Tabel karakteristik isi buku ajar	41
Tabel 4.2.	Tabel Seleksi Konsep Sistem Bumi	41
Tabel 4.3,	Tabel Perbaikan Seleksi Kompetensi Dasar, Indikator dan Label Konsep Berpikir Spasial dalam Buku Ajar dengan Tema Sistem Bumi.	44
Tabel 4.4.	Hasil Seleksi Keterampilan Komunikasi	46
Tabel 4.5.	<i>Multiple</i> Representasi Buku Ajar	52
Tabel 4.6.	Pemetaan Label Konsep Sistem Bumi, berpikir spasial dan komunikasi.	53
Tabel 4.7.	Pemetaan judul latihan berpikir spasial dan indikator latihan berpikir spasial	55
Tabel 4.8.	Pemetaan Aspek Berpikir Spasial pada Latihan berpikir Spasial berdasarkan Taksonomi Berpikir Spasial.	55
Tabel 4.9.	Tabel uji validitas, tingkat kesukaran dan daya pembeda latihan berpikir spasial.	57
Tabel 4.10.	Nilai Cronbach's Alpha Soal Latihan Berpikir Spasial	57
Tabel 4.11.	Pemetaan struktur LKPD dan Indikator Komunikasi yang disisipkan.	59
Tabel 4.12.	Hasil Keterbacaan LKPD Buku Ajar IPA	60
Tabel 4.13.	Berikut adalah hasil dari uji coba keterlaksanaan LKPD.	60
Tabel 4.14.	Tabel persentase rata-rata keterpahaman konsep bahan ajar pada tahap karakterisasi dan evaluasi	64
Tabel 4.15.	Hasil uji keterpahaman teks Sistem Bumi pada tahap Karakterisasi	64
Tabel 4.16.	Tabel Label Konsep Sistem Bumi yang akan di Reduksi tingkat kesulitannya.	69
Tabel 4.17.	Reduksi Didaktik dengan Cara Pengabaian.	72
Tabel 4.18.	Reduksi Didaktik dengan Cara Kembali pada tahap Kualitatif. ...	72

Tabel 4.19.	Reduksi Didaktik dengan cara penambahan gambar.	73
Tabel 4.20.	Evaluasi keterpahaman konsep bahan ajar.	75
Tabel 4.21.	Tabel Hasil Evaluasi Keterpahaman Latihan Berpikir Spasial.	81
Tabel 4.22.	Hasil evaluasi keterpahaman dan keterlaksanaan LKPD Keterampilan Komunikasi.	82
Tabel 4.23.	Perbaikan Instruksi LKPD Buku Ajar dengan Penambahan Gambar	83
Tabel 4.24.	Perbaikan Instruksi LKPD buku ajar dengan perubahan gambar	84
Tabel 4.25.	Hasil Penilaian Kelayakan Buku Ajar.	85
Tabel 4.26.	Hasil Penilaian Aspek Kelayakan Isi Buku Ajar.	86
Tabel 4.27.	Hasil Penilaian Aspek Kelayakan Kebahasaan Buku Ajar.	103
Tabel 4.28.	Hasil Penilaian Aspek Kelayakan Penyajian Buku Ajar.	106
Tabel 4.29.	Hasil Penilaian Aspek Kelayakan Penyajian Desain Sampul Modul Kebahasaan Buku Ajar.	112
Tabel 4.30.	Hasil Penilaian Aspek Kelayakan Penyajian Desain Cover Modul Kebahasaan Buku Ajar.	115

DAFTAR GAMBAR

No Tabel	Judul Tabel	hal
Gambar 2.1.	Taksonomi Berpikir Spasial	13
Gambar 2.2.	Contoh Latihan Berpikir Spasial	15
Gambar 2.3.	Bagan Alur Tahap Seleksi	26
Gambar 2.4.	Bagan Alur Tahap Strukturisasi	27
Gambar 2.5.	Bagan Alur Tahap Karakterisasi	28
Gambar 2.6.	Bagan Alur Tahap Radiasi	28
Gambar 3.1.	<i>Developmental Research</i> Richey and Klein	29
Gambar 3.2.	Alur Penelitian	34
Gambar 4.1.	Pemetaan Karakteristik Umum Buku Ajar	39
Gambar 4.2.	Peta konsep buku ajar	49
Gambar 4.3.	Struktur makro buku ajar	51
Gambar 4.4.	Grafik Keterpahaman Buku Ajar	85
Gambar 4.5.	Tampilan latihan berpikir spasial <i>generating representation</i>	92
Gambar 4.6.	Contoh latihan berpikir spasial <i>scanning representation</i>	93
Gambar 4.7.	Contoh latihan berpikir spasial <i>ranaging representation</i>	94
Gambar 4.8.	Contoh Latihan Berpikir Spasial <i>Transforming Representation</i>	95
Gambar 4.9.	Tampilan lembar kerja peserta didik.	96
Gambar 4.10.	Tampilan uji kompetensi berpikir spasial dan komunikasi.	97
Gambar 4.11.	Bagian buku yang berkaitan dengan pengembangan dimensi spiritual.	99
Gambar 4.12.	Bagian buku yang berkaitan dengan contoh kongkret dari lingkungan lokal.	100
Gambar 4.13.	Bagian buku yang berkaitan dengan contoh kongkret dari lingkungan nasional.	100
Gambar 4.14.	Bagian buku yang berkaitan dengan contoh kongkret dari lingkungan internasional.	101
Gambar 4.15.	Salah satu bagian uraian materi yang dapat digunakan sebagai salah satu strategi mengembangkan berpikir spasial.	102
Gambar 4.16.	Desain Kata Pengantar	108
Gambar 4.17.	Desain Pendahuluan dan Petunjuk Penggunaan Buku	109
Gambar 4.18.	Desain daftar isi.	110
Gambar 4.19.	Desain Pendahuluan Bab	110
Gambar 4.20.	Salah satu peta konsep pada buku ajar.	111
Gambar 4.21.	Desain Sampul Depan Buku Ajar.	114
Gambar 4.22.	Desain Sampul Depan Buku Ajar.	115
Gambar 4.23.	Tampilan uraian konsep bahan ajar.	119

DAFTAR LAMPIRAN

No Lampiran	Nama Lampiran	hal
Lampiran I	Hasil Seleksi Pengembangan Buku Ajar.	127
Lampiran II	Hasil Strukturisasi Buku Ajar.	149
Lampiran III	Hasil Karakterisasi Buku Ajar.	231
Lampiran IV	Hasil Reduksi Didaktis.	253
Lampiran V	Hasil Evaluasi Buku Ajar.	283
Lampiran VI	Hasil Uji Kelayakan.	314

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, Y., Sridana N., Kosim., Setiadi, D., Prayitno, H. (2019). *Harapan dan tantangan implementasi pembelajaran IPA dalam konteks kompetensi keterampilan abad 21 di Sekolah Menengah Pertama*. Retrieved from <http://eprints.unram.ac.id/10958/>.
- Anwar, Sjaeful. (2017). *Pengolahan bahan ajar: Bahan perkuliahan pengolahan bahan ajar SPs UPI*. Bandung: Tidak diterbitkan.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2014). *Instrumen penilaian buku teks pelajaran*. Retrieved from <https://penilaian.buku.kemendikbud.go.id/unduh>.
- Blank, L.M., Almquist, H., Estrada, J., Crews, Jeff. (2016). Factors affecting student success with a Google Earth-based earth science curriculum. *Jurnal Science Educational Technology*, 23(4), 575-590.
- Bodzin, A.M., & Fu, Q. (2013). The effectiveness of the geospatial curriculum approach on urban Middle-level students' climate change understandings. *Jurnal Science Educational Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9478-0>.
- Bodzin, A.M., Fu, Q., Peffer, T.E & Kulo, V. (2013). Developing energy literacy in US Middle-level students using the geospatial curriculum approach. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1561–1589.
- Bodzin, A.M., Fu, Q., Kulo, V., Peffer, T. (2014). Examining the effect of enactment of a geospatial curriculum on students' geospatial thinking and reasoning. *Jurnal Science Educational Technology*, 23(4), 575-590.
- Bodzin, A.M., Fu, Q., Bressler, D., Vallera, F.-L. (2015). Menguji penerapan web GIS terhadap geospatial thinking and reasoning (GTR) dan pemahaman tektonik. *Interdisciplinary Journal of Practise, Theory and Applied Research*, 32, 63-81.
- Brusi, D., Calonge, A., Souza, E. (2016). Textbooks: A tool to support geosciences learning. In: C. Vasconcelos (ed.) *Geoscience Education*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43319-6_9.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2019). *Standar isi*. Retrieved from <http://bsnp-indonesia.org/standar-isi/>.
- Chingos, M.W., Whitehurst, G.J. (2012). *Choosing blindly: Instructional materials teacher effectiveness and the common core*. Washington: Brown Centre on Education Policy at Brookings.
- Chang, Chun-Yen. (2005). Taiwanese science and life technology curriculum standards and earth systems education, *International Journal of Science Education*, 27(5), 625-638.

- Chu, G., Choi, J., Hwang, C. S., Andersen, D & Swanson, K. (2016). Teaching spatial thinking with The National Atlas of Korea: A valuable resource for advanced placement human geography. *The Geography Teacher*, 13(4), 166-178.
- Cook, A & Tulip, D. (1992). The Important of selected textbook features to science teacher. *Research in Science Education*, 22, 21-100.
- Costa, A. L. (2001). Teacher behaviors that enable student thinking. In A. L. Costa (Eds.), *Developing minds: A resource book for teaching thinking* (pp. 359–369). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Craig, S. D., J. Sullins, A. Witherspoon, & B. Cholson. 2006. The deep-level-reasoning-question effect: The role of dialogue and deep-level-reasoning questions during vicarious learning. *Cognition and Instruction*, 24(4), 565–591.
- Darmodjo, H & Kaligis, J. R. E. (1992). *Pendidikan IPA II*. Jakarta: Depdikbud.
- Devetak, I. & Vogrinc. J. (2013). The criteria for evaluating the quality of the science textbook. In Khine, M. S (Eds.), *Critical analysis of science textbooks: Evaluating instructional effectiveness* (pp. 3-15). https://doi.org/10.1007/978-94-007-4168-3_1.
- Depdiknas (2008). *Pedoman pengembangan bahan ajar*. Jakarta: Dirjendikdasmen PSMA.
- Ermayanti., Rustaman, N. Y & Rahmat, A. (2017). Types of reasoning in framing based plant anatomy and it relation to spatial thinking *J. Phys.: Conf. Ser.* <https://doi.org/10.1088/17426596/812/1/012055>.
- Fatmaryanti, D. S., Suparmi., Sarwanto & Ashadi. (2017). Student representation of magnetic field concepts in learning by guided inquiry. *Journal of Physic*, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/795/1/012059>.
- Fortner, R.W & Boyd, S. (1995). *Infusing earth systems concepts throughout the curriculum*. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED386391>.
- Freeman, A.L. & Jessup, M.L. (2004). The power and benefits of concept mapping: Measuring use, usefulness, ease of use and satisfaction. *International Journal of Science Education*, 26(2), 151-169.
- Gilbert, J.K & Treagust, D. (2009). *Multiple representation in chemical education*. Belanda: Springer Science Business Media B.V.
- Hermawansyah, T., Rahman, T & Anwar, S. (2019). Profile of science communication competence of junior high school students on science lesson. *Journal of Physics*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022047>.

- Hermawansyah, T (2019). Profile of the spatial thinking of junior high school students using the concept of earth science. *Proceeding of Science and Mathematics International Conference (SMIC)*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Hendri & Setiawan. (2016). The development of earthquake teaching material for junior high school by four step teaching materials development method. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 12(1), 65-76.
- Heuvelen, A. V. (1991). Learning to think like a physicist: A review of research-based instructional strategies. *American Journal of Physics*, 59, 891-897.
- Houwer, D.J., Barnes-Holmes, D. & Moors, A. (2013). What is learning? On the nature and merits of a functional definition of learning. *Psychon Bull Rev*. <https://doi.org/10.3758/s13423-013-0386-3>.
- Hubber, P., Tytler, R., & Chittleborough, G. (2018). Representation construction: A guided inquiry approach for science education. In R. Jorgensen, K. Larkin (Eds.), *STEM Education in the Junior Secondary*. Singapore: Springer Pte Ltd.
- Ireton, M., Manduca, C., and Mogk, D. (1997). *Shaping The Future of Undergraduate Earth Science Education: Innovation and Change Using an Earth Systems Approach*. Washington, DC: American Geophysical Union.
- Jadallah, M., Hund, A.M *et, al.* (2017). Integrating geospatial technologies in fifth-grade curriculum: Impact on spatial ability and map-analysis skills. *Jurnal of Geography*. <https://doi.org/10.1080/00221341.2017.1285339>.
- Jeon, S & Park, J. (2013). Analysis on communication skills in science education. *Advanced Science and Technology Letters*, 36, 18-21.
- Jo, I & Bednarz, S.W. (2009). Evaluating geography textbook questions from a spatial perspective: Using concepts of space, tools of representation, and cognitive processes to evaluate spatiality. *Journal of Geography*, 108(1), 4-13.
- Jo, I., Bednarz, S.W & Metoyer, S. (2010). Selecting and designing questions to facilitate spatial thinking. *The Geography Teacher*, 7(2), 49–55.
- Kastens, K.A., Pistolesi, L, Michael J. Passow, M.J. (2014). Analysis of spatial concepts, spatial skills and spatial representations in New York State regents earth science examinations. *Journal of Geoscience Education*, 62, 278–289.
- Kastens, K. A., and T. Ishikawa. (2006). Spatial thinking in the geosciences and cognitive sciences: A cross- disciplinary look at the intersection of the two fields. In Manduca. C.A. & Mogk .D.W (Eds.), *Earth and Mind: How Geoscientists Think and Learn about the Complex Earth* (pp. 53–76). Boulder, Colorado: Geological Society of America.
- Kerski, Joseph. J. (2008). *Developing spatial thinking skills in education and society*. Retrived from <https://www.researchgate.net/publication/267365595>.

- Kosslyn, S. M. (1978). Measuring the visual angle of the mind's eye. *Cognitive Psychology* 10, 356–389.
- Kulo, V., & Bodzin, A. (2013). Pengaruh teknologi geospasial mendukung kurikulum energi pada hasil belajar IPA siswa menengah. *Jurnal Science Educational Technology*, 22, 25-36.
- Kulgemeyer, C & Schecker, H. (2013). Student explaining science – Assessment of science communication competence. *Research in Science Education*, 43, 2235-2256.
- Liang, Y.& Cobern, W.W. (2013). Analysis of a typical Chinese high school biology textbook using the AAAS textbook standards. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9(4), 329-336.
- Liverio, A.C., Santos, E.-M., Tufeile, A.P.B., Tufeile, A., Mendes, C.M, Imbernon, R.A.L. (2016). An interdisciplinary approach to teach geoscience. In C. Vasconcelos (Eds.), *Geoscience Education*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43319-6_9.
- Manduca, C., and Kastens, K. (2012). Mapping the domain of complex Earth systems in the geosciences. In Kastens, K & Manduca, C (Eds.), *Earth and mind II: A synthesis of research on thinking and learning in the geosciences*. Boulder, CO: Geological Society of America.
- Mayer, V.J. (1995). Using the earth system for integrating the science curriculum. *Science Education* 79(4), 375-391.
- Mazgon, J & Stefanc, D. (2012). Importance of the various characteristics of educational materials: Different opinions, different perspectives. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11, 174-178.
- Mccormack A.J. (2017). Developing visual/spatial thinking in science education. In Taber K.S & Akpan, B. (Eds) *Science Education. New Directions in Mathematics and Science Education*. Sense Publishers: Rotterdam.
- Munawwarah, M., Anwar, S & Sunarya, Y. (2017). How to develop electrochemistry SETS-Based interactive e-book? *Journal of Physic.: Conf. Ser.* 895 012112 <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012112>.
- National Education Association. (2012). *Preparing 21st century students for a global society: An educator's guide to "the four Cs."* Retrived from <http://www.nea.org/assets/docs/A-Guide-to-Four-Cs.pdf>.
- National Research Council. (2006). *Learning to think spatially*. Washington, D.C: The National Academies Press.
- Newcombe, N.S (2013). Seeing relationships: Using spatial thinking to teach science, mathematics, and social studies. *American Educator*, 37(1), 26-31.
- Novak, D.J & Gowin B.D. (2008). *Learn how to learn*. USA: Cambridge University Press.

- Novak, J.D. (2010). Learning, creating and using knowledge: Concept Maps Facilitative Tools in School and Corporations. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 6(3), 21-30.
- OECD. (2013). *PISA 2012 Results in Focus*. Retrived from <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>.
- Okwelle, P.A & Alagoa, F.-O.-N. (2014). Enhancing teacher competence in the use of instructional materials, in electronics education in senior secondary school in Nigeria. *Research on Humanities and Social Science*, 4(28), 20-25.
- Orion, Nir. (2016). Earth system education and the developmen of environtmental insight. In C. Vasconcelos (Eds.), *Geoscience Education*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43319-6_9.
- Prastiyanto, E & Anwar, S. (2017). Integrated science teaching materials development themed “soil as the source of life” by using Four Steps Teaching Materials Development (4STMD). *Proceeding International Conference on Mathematics and Science Education* 1(1) 974-983.
- Prastowo. (2012). *Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Prain, Vaughn & Tytler, Russell (2012): Learning through constructing representations in science: A framework of representational construction affordances, *International Journal of Science Education*, 34(17), 2751-2773.
- Puspendik. (2016). *Ringkasan Hasil-hasil Asesmen Belajar Dari Hasil UN, PISA, TIMSS, INAP*. Retrieved from, http://puspendik.kemdikbud.go.id/seminar/upload/Hasil%20Seminar%20Puspendik%202016/NizamHasil%20Penilaian_seminar%20puspendik%202016.pdf.
- Rankin, E. F., & Culhane, J. W. (1969). Comparable cloze and multiple-choice comprehension scores. *Journal of Reading*, 13, 193-198.
- Richey, R. C., & Klein, J. (2007). *Design and development research: Methods, strategies, and issues*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rivet, A.E. (2017). Teaching methods for earth science. In: Sickel A.J., Witzig S.B. (eds) *Designing and Teaching the Secondary Science Methods Course, 207-201*. http://doi.org/10.1007/978-94-6300-881-5_12.
- Rustaman, N.Y., dkk. (2005). *Strategi belajar mengajar biologi*. Malang: UM Press.
- Permanasari, Anna. (2014). Kurikulum 2013: Implikasinya dalam pembelajaran di sekolah, pendidikan profesi dan pendidikan tinggi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Karakter* 1(1), 8-16.
- Peterson, M. (2016). Schemes for integrating text and image in the science textbook: Effects on comprehension and situational interest. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(6), 1365–1385.

- Sapiudin. (2015). Pengaruh metode pembelajaran dan kecerdasan spasial terhadap hasil belajar IPA siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 17(2), 59-69.
- Scholz, M. A., Huynh, N. T., Brysch, C. P., & Scholz, R. W. (2014). An evaluation of university world geography textbook questions for components of spatial thinking. *Journal of Geography*, 113(5), 208-219.
- Sell, K. S., Herbert, B. E., Stuessy, C. L., and Schielack, J. (2006). Supporting student conceptual model development of complex Earth systems through the use of multiple representations and inquiry: *Journal of Geoscience Education*, 54, 396-407.
- Siahaan, Parsaoran. (2006). Analisis kemampuan komunikasi siswa SMP dikaitkan dengan Gaya Belajarnya. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 8(2), 11-17.
- Sing (2014). *Science Communication*. Retrieved from http://singteach.nie.edu.sg/wp-content/uploads/2014/11/SingTeach_Issue50.pdf.
- Setiawan, Rahmad & Herawati. (2018). Hubungan antara kecerdasan spasial dengan hasil belajar Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) kelas VIII di SMP Negeri I Kemang Kabupaten Bogor. *Jurnal Educate*. 3(2) 206-216.
- Slavin, Robert. E. (1992). *Research Method in Education*. Boston: Allyn and Bacon
- Subhani, A., Utaya, S., Astina, I.K. (2017). Engage spatial thinking in geography teaching material. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(5), 33-42.
- Sugiyono (2009). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sudjana, N. (2014). *Dasar-dasar proses belajar mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Syatriani, E., Husain, D., Haryanto, & Jabu, B. (2013). A model of creating instructional material based on school curriculum for Indonesian secondary school. *Jurnal of Education and Practice*, 4(2), 10-16.
- Tairab, H.H., and Al-Naqbi, A.K. (2004). How do secondary school science students interpret and construct scientific graphs? *Journal of Biological Education*, 38(3), 127-132.
- Trianto. (2015). *Desain pengembangan pembelajaran tematik bagi anak usia dini TK/RA dan anak kelas awal SD/MI implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Tang, Kok-Sing., Ho, Caroline., & Putra, Gde Buana Sandila. (2016). Developing multimodal communication competencies: A case of disciplinary literacy focus in Singapore. In B. Hand., et al. (Eds.), *Using Multimodal Representations to Support Learning in the Science Classroom*. Switzerland: Springer International Publishing.

- Tytler, R., Ptain, V., Hubber, P & Waldrup, B. (2013). *Constructing representation to learn in science*. Boston: Sense Publisher.
- Uttal, D. H., J. A. Fisher & H. A. Taylor. (2006). Words and maps: Developmental changes in mental models of spatial information acquired from descriptions and depictions. *Developmental Science* 9(2), 221–235.
- Uttal, D. H., N. G. Meadow, E. Tipton, L. L. Hand, A. R. Alden, C. Warren, & N. S. Newcombe. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin* 139(2), 352–402.
- Vercoustre, A.M & McLean. (2003). *Reusing educational material for teaching and learning: Current approach and direction*. Victoria: CSIRO Mathematic and Science Information.
- Widodo dan Jasmani .(2008). *Buku panduan menyusun bahan ajar*. Jakarta: PT Elex Media Computindo.
- Wisudawati, A & Sulistyowati, E. (2014). *Metodelogi Pembelajaran IPA*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Yip, D. Y. (2004). Questioning skills for conceptual change in science instruction. *Journal of Biological Education*, 38(2), 76–83.
- Yasin, Mujakir. (2009). Implikasi pembelajaran sains terpadu (*integrated science instruction*) di SMP. *Jurnal Pemikiran Alternatif Kependidikan Insania*, 14(1), 172-188
- Yuliati, L. (2013). Efektifitas bahan ajar IPA terpadu terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 9, 53-57.
- Zhang, J & Norman, D. A. (1994). Representation ini distributed cognitive task. *Cognitive Science*, 18, 87-122.